Ciencia e Ingeniería
Revista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias Básicas e Ingenierías.
Año 2016, Enero-Junio, Vol. (3) N° (1) ISSN 2389-9484.
Universidad de La Guajira, Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e Ingeniería.
La Guajira-Colombia.
Revista en Línea http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei



REDUCCIÓN DEL DIÓXIDO DE CARBONO ATMOSFÉRICO A TRAVÉS DE LA FOTOSÍNTESIS ARTIFICIAL UTILIZANDO CARBONATO DE CALCIO

REDUCTION OF ATMOSPHERIC CARBON DIOXIDE THROUGH ARTIFICIAL PHOTOSYNTHESIS USING CALCIUM CARBONATE

Neill Alexander Hamburger Romero*, Luis Carlos Díaz Muegue**

*Joven Investigador GEAB – UPC, CIDTEC. Email: llienarh12@hotmail.com
**Director GEAB – UPC, CIDTEC. Email: luisdiaz@unicesar.edu.co
Universidad Popular del Cesar, Colombia.

Recibido: Octubre 20 de 2015 Aceptado: Marzo 17 de 2016

RESUMEN

Como estrategia para mitigar el Calentamiento Global debido al aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmosfera del planeta, esta investigación llevó acabo la reducción del dióxido de carbono atmosférico a través de la fotosíntesis artificial utilizando carbonato de calcio, lo cual llevo a innovar el modelo de Dan Nocera con carbonato de calcio, utilizando como catalizadores cobre y acero. El objetivo de la investigación fue simular una atmosfera artificial con Campana de Duran de 23,12 Lts, controlando su temperatura y la concentración interna de CO_2. Posteriormente siguiendo un diseño experimental por bloques completamente al azar se evaluó la reducción de dióxido de carbono, a través de una columna de absorción de CO_2 de Hidróxido de sodio tomando como tratamiento 6g, 4g y 2g de carbonato de calcio, con un número de repeticiones por triplicado, variando las temperaturas de 27°C, 32°C y 38°C. Al utilizar 6g de carbonato de calcio a 38°C, se obtuvo una reducción del dióxido de carbono atmosférico del 32,4%. Paralelo a una planta tipo C3 *(frijol cabecita negra: ssp. unguiculata*) con 44 días de crecimiento arrogo ser 3 veces superior que la fotosíntesis artificial bajo las mismas condiciones.

Palabras Clave: Contaminación, atmósfera, dióxido de carbono, fotosíntesis artificial, calentamiento global, carbonato de calcio.

ABSTRACT

As a strategy to mitigate global warming due to increased concentrations of CO2 in the atmosphere of the planet, this research took just the reduction of atmospheric carbon dioxide by artificial photosynthesis using calcium carbonate, which led to innovate the model Dan Nocera with calcium carbonate using steel and copper catalysts. The objective of the research was to simulate an artificial atmosphere with Bell 23.12lts Duran, controlling its temperature and internal concentration of CO2. Subsequently followed by an experimental design completely random blocks of reducing carbon dioxide was evaluated through a CO2 absorption column sodium hydroxide treatment taking as 6g 4g and 2g of calcium carbonate, with a number of repetitions triplicate, varying temperatures 27° C, 32 ° C and 38 ° C. By using 6g of calcium carbonate at 38 ° C, a reduction in atmospheric carbon dioxide of 32.4% it was obtained. Parallel to a C3 (Bean black head: unguiculata ssp) type plant with 44 days arrogated growth be 3 times higher than the artificial photosynthesis under the same conditions.

Keywords: Pollution, atmosphere, carbon dioxide, artificial photosynthesis, global warming, calcium carbonate.

---

1. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es un problema que ha surgido por el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera, una de las formas que tiene la naturaleza para adsorber dióxido de carbono de la atmósfera es a través de la fotosíntesis, es un proceso en que los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias; capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Este proceso consta de una serie de reacciones que dependen de la luz y son independientes de la temperatura (fase lumínica), y otra serie que dependen de la temperatura y son independientes de la luz (fase oscura). en la fase lumínica, la clorofila capta la luz solar y provoca el rompimiento de la molécula de agua (H_2O), separando el hidrógeno (H) del oxígeno (O) que se libera al ambiente y la energía no utilizada es almacenada en moléculas llamadas ATP Y en la fase secundaria u oscura, no se necesita la luz, aunque también se realiza en su presencia, esta ocurre en los cloroplastos y depende directamente de los productos obtenidos en la fase lumínica, ya que el hidrógeno formado en la fase anterior con el dióxido de carbono gaseoso (CO_2) presente en el aire y la energía almacenada en moléculas de ATP mediante el ciclo de Calvin, da como resultado la producción de compuestos orgánicos, principalmente carbohidratos (carbono, hidrógeno y oxígeno), especialmente glucosa ($C_6HI_2O_6$). (Campbell et al., 2007)

El planeta tierra tiene inmensas zonas de bosques que podrían captar el dióxido de carbono emitido y normalizar el problema, pero el resultado de la sobrepoblación y explotación humana, ha hecho que el trabajo de las plantas sea menos eficaz.

La fotosíntesis artificial (FA) pretende reproducir de forma similar el proceso fotosintético de las plantas, por ello inicialmente necesita captar la energía del sol y utilizar ese potencial captado para separar el agua, cuyo potencial mínimo requerido es de 1.23Volts (Nocera et al., 2011), mediante la electrolisis. El oxígeno liberado y el hidrogeno se dispone para la fase oscura, la cual se puede reproducir siguiendo las reacción de inverse-agua-gas shift (IWGS) y Fischer Tropsch (FT) siendo el sustrato para las reacciones el hidrogeno, proveniente de la electrolisis del agua, y el CO_2 de la atmosfera, replicando de forma similar el ciclo biológico, a diferencia que este terminará transformando el CO_2 en un carbohidrato diferente a la glucosa, utilizando como fuente de energía la luz proveniente del sol. (Schultz et al., 2006; Fan et al., 2009)

2. METODOLOGÍA

Esta investigación exploratoria, se enmarca en tres fases, utilizando un diseño experimental por bloques completamente al azar al 95% de confianza. Utilizando como tratamiento 6g, 4g y 2g de CaCO3 variando las temperaturas de 27 °C, 32°C y 38°C. (Figura 1)

- **FASE I: Simulación de una atmosfera artificial:** Estabilización de la temperatura, presión y concentración de CO_2 dentro de la cámara de 23.122 Lts. Utilizando como sistema de monitoreo una columna de absorción de CO_2 de NaOH al 0.1N.

- **FASE II: Implementación de la fotosíntesis:** Replicación de la celda fotoeléctrica de Daniel Nocera (Nocera *et al.*, 2011), e innovación de sus catalizadores a través

de aluminio cobre y acero. Se utilizó como sistema de monitoreo la electrolisis de Hoffman. (Ball *et al*., 2005)

- **FASE III: Evaluación de la reducción de CO_2:** Evaluación de eficiencia de la FA a 6g, 4g, 2g de CaCO3 con tres temperaturas 27°C, 32°C y 38°C; contra una planta tipo C3 (Vigna unguiculata); Utilizando como sistema de monitoreo una columna de absorción de CO_2 de NaOH al 0.1N.

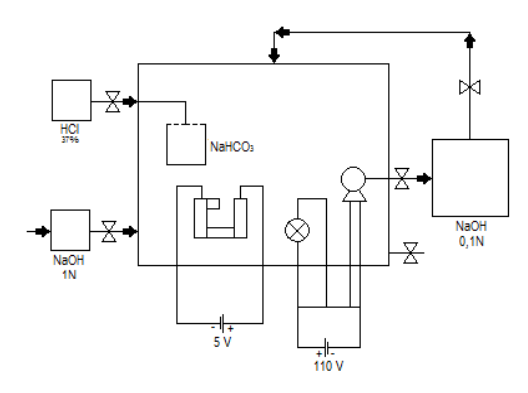


Figura 1. Esquema general

3. RESULTADOS

La temperatura se regulo con un dimmer y un foco de 120 volts el cual se ajustó hasta obtener las temperaturas ambientes deseadas de 27°C, 32°C y 38°C. Se dosifico 500 ppm de CO_2 dentro de la cámara de 23.12lts y a través de una columna de absorción de NaOH tras recircular el aire de la cámara por siete días por la columna, se comprobó que se estabiliza a 574±0.237 ppm CO_2, es decir que el test maneja un margen de error equivalente al 7.7%.

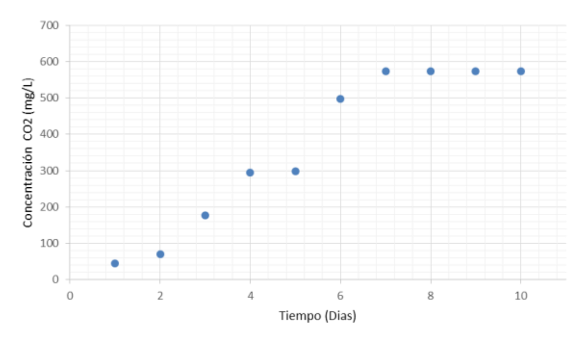
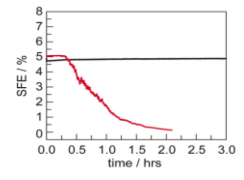


Fig 2. Estabilización de CO2 dentro de la cámara

Al replicar el modelo de Nocera los catalizadores que utilizaron fueron Zinc aleación alpaca, para el Cobalto con micro poros de 200-250 nanómetros, se dispusieron en una solución al 4% de Hidróxido de Sodio, se simulo el efecto de la celda fotoeléctrica con una fuente de energía alterna a 5 Volts. La eficiencia que se obtuvo fue de 4.74% con un caudal de 4.08ml/h de Hidrogeno, y un consumo de 0,37g/d, con conexión a energía; valor similar al que obtuvo Nocera 2011 de 4.7% (Figura. 3).



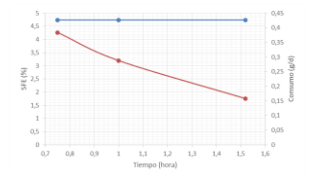


Figura 3: Comparación de la eficiencia por Producción de hidrogeno y consumo de catalizador.

Dado los resultados similares se ensayaron nuevos catalizadores (Aluminio, cobre y acero) para mejorar la eficiencia de producción de Hidrogeno y consumo de los catalizadores; se encontró que el cobre es un candidato potencial para producir Hidrogeno debido a que alcanzaron una eficiencia del 33.86% (Tabla 1), junto con el acero debido a que demostró ser más resistente a la reacción electrolítica.

CATALIZADOR	EFICIENCIA (%)	CAUDAL DE HIDROGENO (ml/h)	CONSUMO DEL CATALIZADOR(g/d
Aluminio	8,13	7,89	6,8976
Cobre	33,86	13,88	1,0770
Acero	5,0	2,30	0,0719

Tabla 1: Catalizadores utilizados para producir Hidrogeno

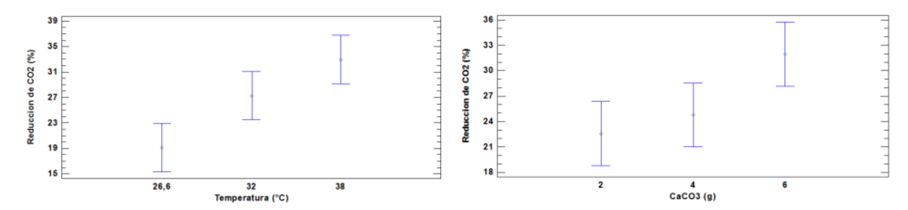


Figura 4: Medias y 95% de Fisher LSD. Der: Temperatura. Izq: $CaCO_3$

Los intervalos mostrados actualmente están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, lo cuales arrojan que el efecto más favorable ocurre a 38°C y 6g de Carbonato de calcio con una eficiencia promedio de 32.4342% (Figura 4).

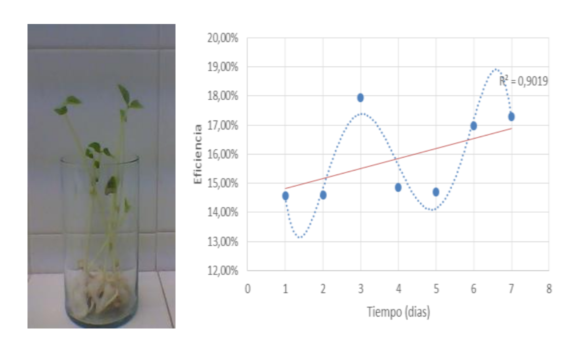


Figura 5: Evaluación fotosintética tipo C3. Izq. Plántula *Vigna unguiculata. Der.* Eficiencia de Reducción de CO_2 de la Vigna unguiculata.

La planta tipo C3 denominada *Vigna unguiculata*, arrojo una eficiencia de reducción de 15.85% de CO_2 (Figura 5), con tan solo un área foliar de 14.995cm^2 para 7 días. Ahora, como la reducción de CO_2 está ligada al proceso fotosintético y a su vez del área foliar de las planta, siguiendo la tasa de crecimiento como indica la línea roja de la figura 5 para 44 días de crecimiento la planta tendría una eficiencia del 100% dentro de la cámara, siendo 3.1 veces mayor que la FA y para su etapa adulta (3 meses de crecimiento) seria 8.5 veces mayor que la FA. (Terreros *et al*., 2007)

4. CONCLUSIONES

A pesar de las condiciones que rodean la replicación del modelo fotosintético de Nocera se obtuvieron resultados similares iguales al 4.7% lo que dio premisa para proponer dos nuevos catalizadores como el cobre y el acero que alcanzaron una eficiencia del 33.86% a la hora de producir H_2.

En esta investigación exploratoria se redujo en un 32.4% el CO_2 a través de la fotosíntesis artificial.

En contraste la planta tipo C3 (*Vigna unguiculata*) es 3.1 veces superior la fotosíntesis natural que la fotosíntesis artificial.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Dios, al CIDTEC y a todo el equipo colaborador que hicieron posible esta investigación y publicación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

FAN, L., & RAMKUMAR, S. (2009). Aprovechando las cáscaras de huevo. *Solo Ciencia*(URL: http://www.amazings.com/ciencia/noticias/051107b.ht ml).

CAMPBELL, NEILL. & JANE B. Reece. (2007). *Biologia* (séptima ed.). Argentina, p. 712

NOCERA, D., REECE, S. Y., A., H. J., SUNG, K., JARVI, T. D., J, A Pijpers. (2011). En Wireless Solar Water Splitting Using Silicon-Based semiconductors and Earth-Abundant Catalysts. p. 645

TERREROS, H. M., CARRIÓN, J. G., ASTOCONDOR, M. M., & PALACIOS, M. B. (2007). Euglenoides fotosintéticos de los humedales de Puerto Viejo, departamento de Lima. Revistas Peruanas, p.14.

SCHULTZ, K., BOGART, L., G. BESENBRUCH, L., BROWN, R., BUCKINGHAM, M., CAMPBELL, B., WONG, B. (2006). Hydrogen And Synthetic Hydrocarbon Fuels A Natural Synergy . *Biogadetypepad*, p.1-10.